

**CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD PARA EL DISEÑO DE
INDICADORES AL PROCESO DE VENTAS EN UNA INDUSTRIA DEL SECTOR
AUTOMOTRIZ**

LAURA JINET VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

Fundación Universitaria los Libertadores

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Especialización en Estadística Aplicada

Bogotá D.C., Colombia

2019

**CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD PARA EL DISEÑO DE
INDICADORES AL PROCESO DE VENTAS EN UNA INDUSTRIA DEL SECTOR
AUTOMOTRIZ**

Presentado por:

LAURA JINET VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

En cumplimiento de los requerimientos para optar al título de
Especialista en Estadística Aplicada

Dirigida por

RUTH MILENA SUAREZ CASTRO
Ingeniera Industrial

Fundación Universitaria los Libertadores

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Especialización en Estadística Aplicada

Bogotá D.C., Colombia

2019

Notas de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Las directivas de la Fundación Universitaria Los
Libertadores, los jurados calificadores y el cuerpo
docente no son responsables por los criterios e
ideas expuestas en el presente documento. Estos
corresponden únicamente a los autores y a los
resultados de su trabajo

Dedicatoria

A mi padre y mis tíos, dueños de MARH LTDA, los cuales ya nos confían su empresa, para aplicar los conocimientos adquiridos de la educación que nos han ofrecido y que con agrado la ponemos a disposición para mejorar las decisiones sobre la empresa familiar y que ha sostenido varias generaciones.

Agradecimientos

A los profesores de la universidad por compartir sus conocimientos, a mis compañeros de curso por las infaltables risas y discusiones académicas enriquecedoras y a mi familia por brindarme el apoyo necesario para finalizar con éxito la especialización.

Tabla de Contenido

1.	Introducción	1
2.	Planteamiento del problema.....	3
2.1	Contexto	3
2.2	Pregunta de investigación	5
2.3	Objetivos	5
2.3.1	Objetivo General.....	5
2.3.2	Objetivos específicos	5
2.4	Justificación.....	5
3.	Marco Conceptual	7
3.1	Control estadístico de la calidad	7
3.2	Principales herramientas del control estadístico de calidad	9
3.2.2	Modelo de regresión lineal múltiple	9
3.2.3	Gráficos de control.....	11
3.3	Indicadores	13
3.3.1	Construcción de indicadores	14
3.4	Caracterización de productos	15
4.	Marco metodológico	17
4.1	Obtención de datos para análisis	17
4.1.1	Ventas por producto año 2018.....	17
4.1.2	Ventas por cliente año 2018.....	18
4.1.3	Lista de distribución MARH LTDA.....	19
4.1.4	Lista de proveedores MARH LTDA	19

4.2	Base de datos para estudio	20
4.3	Tipo de estudio	20
4.4	Método	21
4.5	Unidades de análisis	21
5.	Análisis de resultados	23
5.1	Análisis descriptivo de las ventas registradas en el año 2018.....	23
5.2	Herramientas estadísticas para elaborar los indicadores.....	26
5.3	Construcción de indicadores	31
6.	Conclusiones	34
7.	Referencias Bibliográficas.....	37
Anexo A	40
Anexo B	40

Lista de tablas

Tabla 1 Cantidad de productos vendidos en unidades durante el 2018	23
Tabla 2 Ingresos de los productos vendidos durante el 2018	24
Tabla 3 Líneas que representan el 80% de los ingresos por ventas en el año 2018	26
Tabla 4 Resumen del modelo de regresión lineal.	28
Tabla 5 Tabla análisis de varianza ANOVA.	29
Tabla 6 Verificación supuestos del modelo.....	30
Tabla 7Análisis de Inflación de Varianza (VIF).....	31
Tabla 8 Ficha técnica del Cubrimiento de nuevos departamentos o clientes	32
Tabla 9 Ingreso neto mensual sobre valor estimado.	33
Tabla 10 Información cantidad de productos vendidos por línea y departamento	40
Tabla 11 Cantidad de productos de acuerdo al origen y valor den ingreso total por mes durante el 2018, tabla usada para el modelo de regresión	40

Lista de figuras

Figura 1 Contextos de aplicación del control estadístico de la calidad	8
Figura 2 Tipos de gráficos de control	12
Figura 3 Tipología de indicadores	14
Figura 4 Metodología para creación de indicadores	15
Figura 5 Encabezado de la base de datos para el trabajo de investigación (primeros seis registros).	20
Figura 6 Departamentos que representan el 80% de los ingresos por ventas en el año 2018	24
Figura 7 Gráfica ingresos reales, ingresos proyectados bajo el modelo	30

1. Introducción

El presente trabajo pretende conocer y controlar la variabilidad de un proceso de ventas en una industria del sector automotriz.

Se consideró para este trabajo aplicar las herramientas que indican el control estadístico y que se relacionan en el marco de referencia tales como los diagrama de Pareto y modelos de regresión lineal múltiple, así mismo se incluyó dentro de este marco el concepto sobre indicadores y el objetivo que estos tienen para el manejo e interpretación de datos de las variables especificadas dentro un proceso y que se requieran mejorar o controlar.

El desarrollo del trabajo de investigación, se basó en el análisis de una base de datos creada a partir de la información disponible en la industria MARH LTDA, como fue la relación de facturas de venta, base de datos de clientes, ventas netas por cliente y el catálogo de distribución. La aplicación de las herramientas de control estadístico se emplearon para caracterizar los productos de MARH LTDA a partir del origen del producto, departamento de venta y línea de aplicación de acuerdo a las ventas registradas en la vigencia 2018.

Con la caracterización de los productos se construyeron y propusieron a la industria, los indicadores para controlar y mejorar el proceso de ventas para la vigencia

2019 y 2020. La construcción del indicador, básicamente en la meta de este, se fundamentó en el análisis de correlaciones y un modelo de regresión lineal.

El resultado del presente trabajo le proporciono a la industria un contexto de su proceso de ventas en términos que pudieran comprender y que fueran de utilidad para la toma de decisiones, así como establecer indicadores para controlar la variabilidad del proceso que impactan directamente en el ingreso neto a esta organización.

2. Planteamiento del problema

2.1 Contexto

La industria automotriz, ha sido un sector pionero en el uso de técnicas control estadístico de calidad para sus procesos, productos y servicios, lo que la ha hecho y la hace uno de los sectores más eficientes y productivos de la economía global. (British Standards Institution, 2019)

En Colombia, la industria automotriz es un sector que se caracteriza por dos líneas: primera línea ensamble de vehículos y segunda línea fabricación y comercialización de autopartes, estas representan el 6,2 % del PIB del país y genera alrededor de 16.315 empleos en la industria y 59.763 empleos en el sector comercial. (Castañeda Bejarano & Roa Areválo, 2018)

Dentro de las industrias automotrices nacionales, se encuentran PYMES (Pequeñas y medianas empresas) que equivalen al 80% de las 25.000 empresas reportadas en la Superintendencia de Sociedades (Moncayo, 2019). Metalmecánica Automotriz Rojas Hermanos Limitada (MARH LTDA) es una empresa que hace parte de la miles de PYMES indicadas y que basa su actividad económica en el sector industrial automotriz en la línea de comercialización y fabricación de autopartes.

MARH LTDA, es una empresa familiar, conformada aproximadamente desde el año 1980, y de acuerdo a la clasificación establecida por la Ley 905 de 2004-08-02, se clasifica como una pequeña empresa (Congreso de la República de Colombia, 2004). Esta

empresa como se mencionó, ha basado su actividad económica en dos frentes, fabricación y comercialización de autopartes. Como consecuencia de las adversidades de los mercados, esta empresa ha tenido que fortalecer el proceso de ventas y ha decidido a partir del año 2015 iniciar la comercialización de autopartes que son de origen nacional o importado y continuar con la comercialización de los productos que esta empresa produce.

Durante el año 2018, esta organización evidenció que mejoró sus ventas a nivel nacional y considera que para las vigencias del 2019 y 2020, requiere controlar este proceso, identificando cual puede ser la cantidad mínima estimada de ventas por línea (Productos nacionales, fabricados o importados) y establecer indicadores que permitan controlar el proceso a través del tiempo.

Siguiendo las fases del proceso de mejora de calidad DMAIC (Definir acción de mejora, medir desempeño, analizar oportunidad, implementar la mejora y controlar) propuestas por Douglas C: Montgomery en su libro Introducción al Control Estadístico de la Calidad, la empresa ya ha definido su oportunidad de mejora pero hace falta medir, analizar, implementar y controlar la mejora, por lo que se propone abordar la necesidad de la empresa aplicando el control estadístico de calidad al proceso de ventas y así proporcionar los indicadores solicitados.

2.2 Pregunta de investigación

¿Qué indicadores y metas para los periodos 2019-2020, se pueden construir para el proceso de ventas de la PYME MARH LTDA, aplicando el control estadístico de calidad?

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Construir indicadores que contribuyan a trazar metas de ventas durante los periodos 2019 -2020 de la PYME MARH LTDA, aplicando el control estadístico de la calidad al proceso de ventas.

2.3.2 Objetivos específicos

a. Caracterizar los productos vendidos por MARH LTDA a partir del origen del producto, departamento de venta y línea de aplicación de acuerdo a las ventas registradas en la vigencia 2018.

b. Construir los indicadores del proceso de ventas para la vigencia 2019-2020.

2.4 Justificación

Metalmecánica Automotriz Rojas Hermanos LTDA, ha perdurado en el mercado del sector de autopartes por el constante mejoramiento de sus listas de distribución,

incluyendo en estas, nuevos productos para diferentes aplicaciones en el sector de automotriz, como por ejemplo, repuestos para el sistema de dirección de buses, camiones, camionetas o automóviles y también ha diversificado el origen de estos productos como es ser de origen nacional, importados y de fabricación propia.

A pesar de que esta pequeña industria ha perdurado por un extenso periodo de tiempo, las listas de distribución, se han actualizado de manera intuitiva y no se han analizado las ventas de los últimos años con el fin de identificar metas sobre ventas de productos y la inclusión o exclusión de productos de la lista de distribución.

Con el relevo generacional en esta empresa y la concientización de controlar los procesos para mejorar la calidad del servicio, se ha identificado la necesidad de analizar como mínimo las ventas del año 2018 para identificar tendencias de las ventas y establecer indicadores que permitan controlar este proceso.

El presente trabajo, pretende aportar a MARH LTDA, un análisis sobre las ventas efectuadas en el 2018, identificando una medida que permita constituir metas y controles para prever cuando no se van a cumplir los mínimos requeridos y así esta empresa pueda tomar decisiones basadas en datos y análisis de las ventas del momento.

3. Marco Conceptual

El control de los procesos, productos o servicios (PPS) dentro de una industria u organización, se ha visto en la necesidad de cambiar para cumplir las necesidades no solamente de la industria, organización o del cliente sino de las partes interesadas, que de acuerdo a la naturaleza de la organización pueden estar compuesta por: los clientes externos, la organización, la sociedad, requisitos legales, entre otros, y cuando se logra satisfacer los requisitos definidos sin evidenciar diferencias entre los producto o servicios suministrados, se puede decir que el PPS, tiene una buena calidad.

A través de su artículo Development of statistical quality control: evolution or revolution? (Hossain, 2019), relata a través de una línea de tiempo, como se ha aplicado la estadística para generar control sobre la calidad de los PPS e indica como el control estadístico de la calidad (SQC) revolucionó en el campo del control de calidad. Lo anterior logra contextualizar que la aplicación de la estadística en el control de calidad ha sido enriquecida y ampliamente usada a través del tiempo.

3.1 Control estadístico de la calidad

“La calidad es inversamente proporcional a la variabilidad”. (Montgomery, 2013, pág. 6) Teniendo en cuenta la definición citada anteriormente, se hace necesario pensar que a cualquier PPS en el que se requiera conocer, controlar o mejorar su calidad,

es necesario identificar la variabilidad de las características relevantes en el proceso, del producto o servicio.

Para conocer esta variabilidad, es preciso aplicar las diferentes herramientas que ofrece la estadística para cuantificar la variación de las características cuantificadas o calificadas en un PPS y a partir de estos, analizar los resultados para tomar las decisiones respectivas y reducir o controlar la variabilidad para cumplir con requisitos o especificaciones establecidas de los PPS.

De acuerdo a los ciclos de calidad (Rendón, D 2013) y relacionando con el control estadístico de calidad, se describen a continuación los escenarios en los que se puede aplicar el SQC.

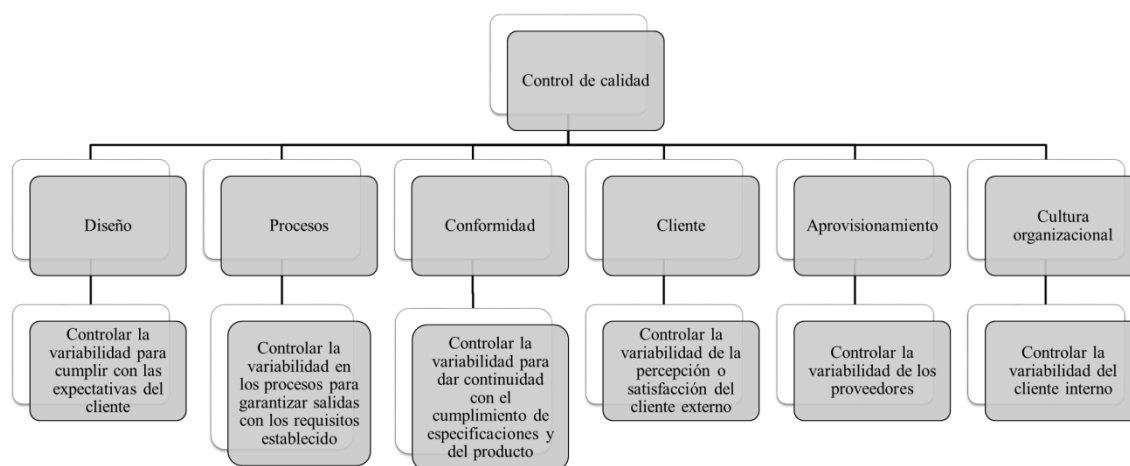


Figura 1 Contextos de aplicación del control estadístico de la calidad

3.2 Principales herramientas del control estadístico de calidad

La aplicación de la estadística en el control de calidad, ha permitido tomar decisiones basados en cálculos específicos y confiables de acuerdo a las características que se evalúen de una muestra o población que se analice.

El control estadístico de calidad, contempla la aplicación de diversas técnicas estadísticas; los modelos de regresión lineal múltiple empleados para estimar el comportamiento de las características de un PPS controlable y los gráficos de control, los cuales permiten por medio de muestras del producto, servicio o proceso monitoreado, inferir su comportamiento.

3.2.1 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto, es una representación gráfica, que permite identificar el 20% de los factores que generan un 80% de los efectos. Esta herramienta se atribuye al economista Vilfredo Pareto, cuando analizando la economía de su país, se dio cuenta que en una pequeña proporción de la población italiana se concentraba la riqueza de este país.

3.2.2 Modelo de regresión lineal múltiple

En la práctica, existen respuestas en los productos, procesos o servicios que pueden ser resultado de la interacción y relación de múltiples variables. Cuando se estudian y modelan estas relaciones se desarrollan los modelos de regresión.

Uno de los modelos más frecuentes para estudiar las relaciones, son los modelos de regresión lineal múltiple, en la cual su característica principal es determinar la relación de variables múltiples de entrada, x_i , una variable de salida y y exponer un modelo para poder inferir el comportamiento de la variable de salida y_i respecto a las variables de entrada x_i .

El modelo matemático que representa al modelo de regresión lineal, está dado por

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \cdots + \beta_k x_{ki} + \varepsilon$$

Dónde:

y = es la variable a predecir en la i -ésima observación

x_1, \dots, x_k = las variables regresoras del modelo en la i -ésima observación.

β_0, \dots, β_k = Los coeficientes de regresión del modelo.

ε = error debido a las variables no controlables.

Para poder estimar los coeficientes de regresión, usualmente se aplica el método de los mínimos cuadrados (Montgomery, 2013) y por medio de este método se busca minimizar la suma cuadrada de los errores.

Para garantizar que la relación entre la variable respuesta y y las variables regresoras x_i , el modelo de regresión lineal múltiple debe cumplir con los siguientes supuestos (Salazar & Urrutia Mosquera, 2011) (Cárdenas Vallejo, Cardona Madariaga, González Rodríguez, & Rivera Lozano, 2013).

1. El término de error es una variable aleatoria con media o valor esperado igual a cero.
2. El término de error presenta una varianza constante
3. El término de error debeLas directivas de la Fundación Universitaria Los
4. Libertadores, los jurados calificadores y el cuerpo docente
5. no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el
6. presente documento. Estos corresponden únicamente a los
7. autores y a los resultados de su trabajo tener una distribución normal.
8. Los errores deben ser estadísticamente independientes entre sí, su covarianza debe ser igual a 0.

3.2.3 Gráficos de control

Los gráficos de control, son herramientas estadísticas diseñadas para representar gráficamente la variabilidad de las características de un proceso, producto o servicio y poder analizarlas. En estos gráficos se representan las mediciones de los parámetros de una variable a controlar y los límites de control establecidos para un PPS y los registros se hacen a en función del tiempo o de la cantidad de muestras tomadas.

Los gráficos de control contribuyen al control de la calidad de un proceso, producto o servicio (Ruiz Barzola , 2013), permitiendo lo siguiente:

- Visualizar y conocer el comportamiento estadístico.
- Identificar las causas que se pueden intervenir dentro del proceso, producto o servicio.
- Estimar la capacidad de un proceso de acuerdo a los requisitos iniciales establecidos, identificando oportunidades de mejora.

La aplicación de las cartas de control conlleva al desarrollo de una prueba de hipótesis, donde la hipótesis nula está basada en que el proceso se encuentra dentro los límites especificados y es estable y la hipótesis alternativa indica que el proceso no se encuentra dentro de los límites especificados y se debe intervenir el proceso para identificar las causas asignables a la variación del proceso.

Los tipos de gráficos de control se representan en la siguiente figura

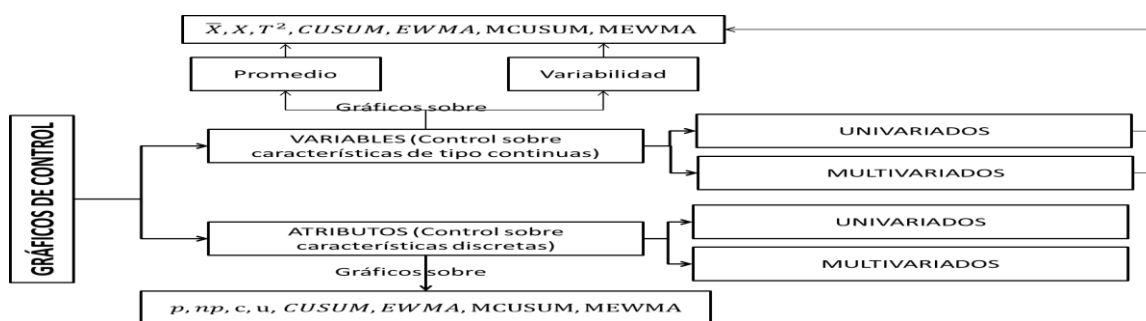


Figura 2. Tipos de gráficos de control

3.3 Indicadores

Por medio del control estadístico de la calidad de procesos, productos o servicios, se obtiene información estadística que: permiten tomar decisiones y proporcionan indicaciones sobre una situación especial; cuando se analizan están indicaciones se establecen los indicadores.

“Un indicador es una expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables, la que comparada con períodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo.” ((DANE), 2019, pág. 13)

De acuerdo a la Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores ((DANE), 2019), un buen indicador, que proporcione información real y clara, debe cumplir las siguientes características:

i. Simplificación: si bien en los análisis estadísticos se permite el análisis multivariado, los indicadores consideran únicamente una variable o dimensión (económica, social, física, cultural, etc.)

ii. Medición: Debe permitir comparar la situación medida con respecto al tiempo o patrones establecidos.

iii. Comunicación: El objetivo de todo indicador es proporcionar información clara y puntual para la toma de decisiones.

Así mismo esta guía también ofrece la tipología de los indicadores, lo cual permite identificar el contexto para lo cual es desarrollado el indicador.

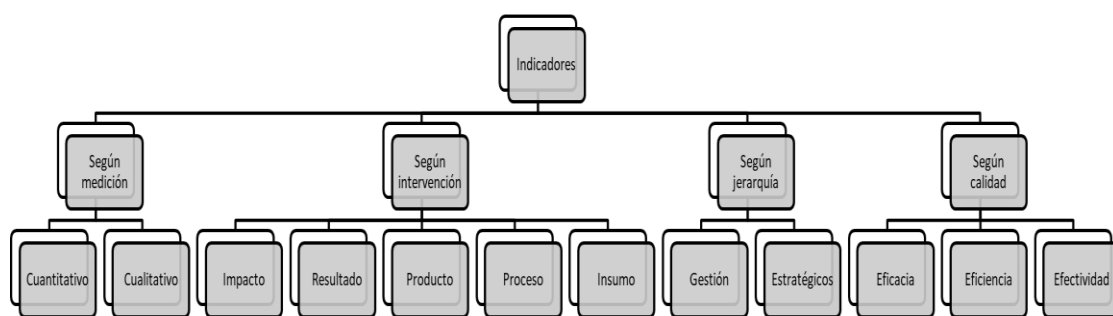


Figura 3 Tipología de indicadores

3.3.1 Construcción de indicadores

Para realizar la construcción de indicadores, se consideran las sugerencias realizadas por Beltrán, M. en su libro Indicadores de gestión. Herramientas para lograr la competitividad y por el DANE ((DANE), 2019), y se documentó en la figura No. 3 el método para la construcción de los indicadores.

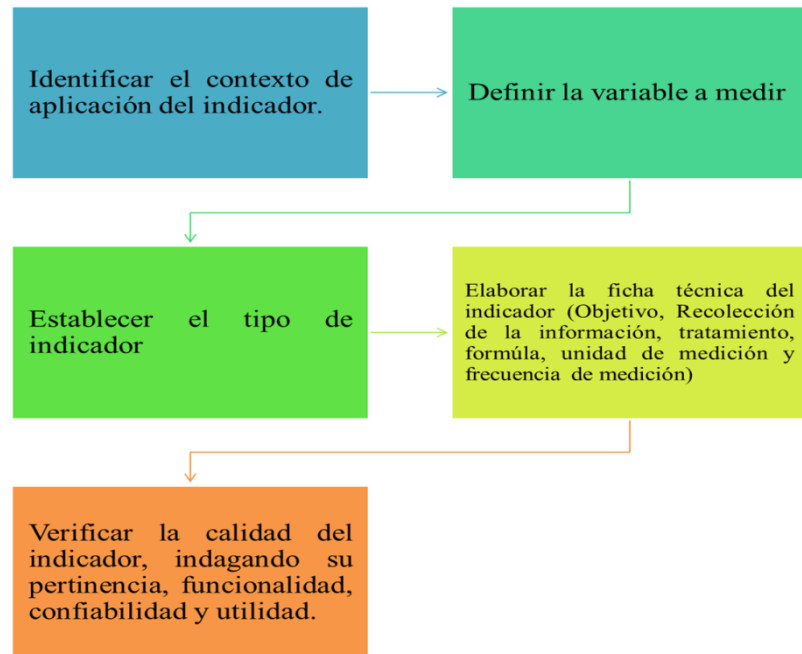


Figura 4 Metodología para creación de indicadores

3.4 Caracterización de productos

La caracterización de productos, contempla asignar características a un producto que los permita identificar de igual manera por parte de consumidores y vendedores al momento de la comercialización.

MARH LTDA para el objeto de este proyecto ha aportado tres características que se pueden contemplar para caracterizar los productos, las cuales son:

a. Línea a la que pertenece el producto: Teniendo en cuenta la lista de distribución de MARH LTDA, el producto está clasificado en una línea de acuerdo a su

funcionalidad, por ejemplo, Línea RETENEDORES, productos que se emplean en diferentes partes de un automóvil para evitar fugas de líquidos o contaminación de fluidos. MARH LTDA comercializa aproximadamente 78 líneas.

b. Origen del producto: El origen del producto indica de donde proviene este, y se clasifica en Nacional, Importado y MARH, este último identifica los productos distribuidos por la empresa.

c. Origen del cliente: El departamento del territorio Colombiano en donde está ubicado el cliente

4. Marco metodológico

En el presente numeral se indica el desarrollo metodológico que equivale a la fase del “*hacer*” para poder cumplir con los objetivos planteados.

4.1 Obtención de datos para análisis

MARH LTDA no cuenta con bases de datos o registros que relacionen la información sobre la cual requieren el estudio; de acuerdo a las necesidades del cliente se consideró construir una base de datos que contemplara como mínimo las variables mencionadas en el numeral 3.4, añadiendo cantidades y ventas netas del producto por mes.

Para ordenar la información, se contó con las siguientes tablas de datos.

4.1.1 Ventas por producto año 2018

En MARH LTDA, se contabilizan las ventas de productos por medio de las facturas, para el presente se tendrán en cuenta las facturas emitidas durante el año 2018, la información tabulada por ventas de producto se ordena de la siguiente manera por columnas:

a. Factura de venta

- b. Descripción del producto
- c. Cantidad vendida
- d. Valor unitario
- e. Venta bruta
- f. Descuento
- g. Venta Neta
- h. IVA
- i. Gran total

4.1.2 Ventas por cliente año 2018

Anexo a las ventas de producto por factura de ventas registradas en el año 2018, se genera un control de ventas por clientes, esta tabla de datos, indica la información del cliente y el total comprado por este para el año 2018, esta tabla se ordena de la siguiente manera por columnas

- a. Razón social del cliente.
- b. Ciudad.
- c. Departamento.
- d. Mes del año (Enero – Diciembre 2018 Registrando el valor neto comprado, no incluye IVA)

4.1.3 Lista de distribución MARH LTDA

La lista de distribución de MARH LTDA, es el catálogo de productos que esta empresa comercializa, en ella se encuentra la información relacionada con los productos así:

- a. Línea de uso del producto ofertado
- b. Referencia del producto
- c. Descripción del producto
- d. Valor unitario con IVA

4.1.4 Lista de proveedores MARH LTDA

En la lista de proveedores de MARH LTDA, se encuentra la información de los proveedores de los productos que comercializa la empresa, y está organizada de la siguiente manera:

- a. Razón social
- b. Ciudad
- c. Productos que comercializa
- d. Precio de compra
- e. Contacto

4.2 Base de datos para estudio

La empresa MARH LTDA, autorizo para la presentación del presente trabajo de investigación, la información relacionada con línea del producto, departamento de compra, cantidad vendida por unidad y cantidad vendida en pesos sin considerar IVA, por lo anterior se omiten razones sociales e información específica sobre compradores y proveedores y las referencias y descripciones de los productos.

Como resultado de ordenar la información y descartar aquellos que no fueron autorizados para el desarrollo del trabajo de investigación, se finalizó con una base de datos construida con un total de 4.954 registros de la vigencia de 2018 y considera las variables que se muestran en la siguiente imagen:

Fecha	Factura	Departamento	Linea	Origen	Cantidad	Venta Neta
2018-01-09	FV 16950	Bogota D.C.	RODAMIENTO	MARH	4	80.000,00
2018-01-10	FV 16951	Bogota D.C.	BARRAS	NACIONAL	15	232.500,00
2018-01-10	FV 16951	Bogota D.C.	BARRAS	NACIONAL	15	232.500,00
2018-01-11	FV 16952	Cundinamarca	EMPAQUE EJE CARNAZA	NACIONAL	100	140.000,00
2018-01-11	FV 16953	Bogota D.C.	RODAMIENTO	MARH	25	150.000,00
2018-01-12	FV 16954	Bogota D.C.	HORQUILLA	MARH	50	675.000,00

Figura 5 Encabezado de la base de datos para el trabajo de investigación (primeros seis registros).

4.3 Tipo de estudio

El presente trabajo de investigación, se considera de tipo descriptivo, ya que con las herramientas estadísticas del control estadístico de la calidad, se logran caracterizar los productos de acuerdo al origen de este, el departamento donde se registró la venta y

línea de uso, y a partir de este análisis descripto identificar variables para elaborar un modelo de regresión lineal múltiple para inferir comportamientos y establecer indicadores y metas para el control y mejora del proceso de ventas en la PYME MARH LTDA.

4.4 Método

Para dar cumplimiento al objetivo de investigación se emplearon herramientas estadísticas y administrativas del control de calidad, así:



Figura 6. Metodología propuesta para el desarrollo del trabajo de investigación

4.5 Unidades de análisis

El análisis descriptivo se desarrolló con la totalidad de los datos de la base de datos diseñada para el presente estudio.

Para el modelo de regresión lineal múltiple se consideró una base filtrada de la base descrita en el numeral 4.2, agrupando la cantidad de productos de acuerdo al origen de estos y los ingresos netos generados por mes durante el año 2018.

5. Análisis de resultados

5.1 Análisis descriptivo de las ventas registradas en el año 2018.

De la base de datos diseñada, se trabajó con 5 variables cualitativas (Fecha, No factura, Departamento, Línea, Origen) y 2 cuantitativas (Cantidad de productos y Venta Neta).

Durante el año 2018 se registraron 435 facturas de ventas de las cuales se totalizaron 71.831 unidades de productos vendidos generando un ingreso por un total de \$430.920.905,3 (pesos colombianos), así mismo por medio de las facturas se obtuvo que:

a. Los clientes consumen en promedio por factura de venta en mayor cantidad productos de MARH que de los otros dos orígenes, como se puede evidenciar en la siguiente tabla.

	<i>Cantidad (Unidades)</i>		
----	Importado	MARH	Nacional
Mínimo	1	2	1
Máximo	47	3600	535
Promedio	11	132	69

Tabla 1 Cantidad de productos vendidos en unidades durante el 2018

b. El mayor ingreso promedio por factura de venta está dado por la venta de productos de MARH, como se registra en la tabla No. 2, seguido de los productos nacionales e importados

	<i>Ingresos (Pesos col)</i>		
	Importado	MARH	Nacional
Mínimo	\$ 7.632	\$ 22.000	\$ 14.000
Máximo	\$ 1.214.350	\$ 12.420.000	\$ 4.087.500
Promedio	\$ 258.459	\$ 645.141	\$ 558.195
Total	\$ 9.304.529	\$ 237.411.928	\$ 184.204.449

Tabla 2 Ingresos de los productos vendidos durante el 2018

c. Para identificar los departamentos que representan el 80% de los ingresos, se aplicó el diagrama de Pareto, identificando que son los departamentos de Bogotá D.C., Huila, Valle del Cauca, Norte de Santander, Nariño, Santander y Casanare los que generan el 78,5 % del ingreso, equivalente a \$338.264.008 (pesos col).

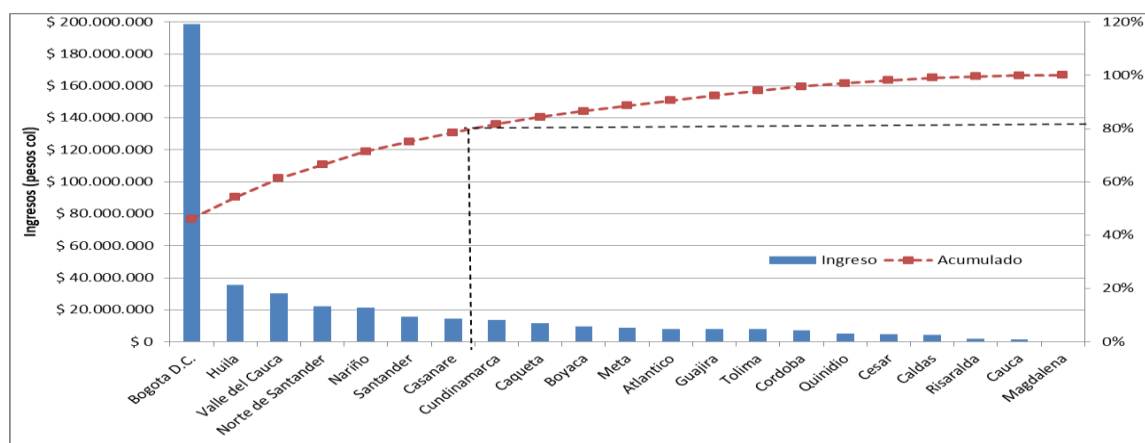


Figura 7 Departamentos que representan el 80% de los ingresos por ventas en el año 2018

d. Teniendo en cuenta el ingreso neto del 2018, se identificó por medio del principio de Pareto, (el cual no es representando gráficamente por la extensión del diagrama), cuáles de las 75 líneas que maneja MARH LTDA representa el 80% de los ingresos, evidenciando 17 líneas descritas en tabla No. 3 con su porcentaje de participación en el ingreso generado durante el año 2018.

<i>ÍTEM</i>	<i>% de participación del producto sobre los ingresos netos</i>			
	IMPORTADO	MARH	NACIONAL	% Acumulado
Rodamiento	0,67	47,42	2,76	41,14
Horquilla	0,00	4,58	3,74	47,87
Tuercas	0,00	6,68	1,43	54,43
Retenedores	0,09	0,00	6,18	59,50
Transmisión	0,00	3,34	1,48	63,40
Soporte	0,31	0,00	2,97	66,05
Yoke dirección	0,00	0,00	2,97	68,46
Splinder	0,22	0,00	1,94	70,20
Buje	0,00	0,94	1,06	71,81
Varillas medir aceite	0,00	0,00	1,68	73,17
Barras	0,00	0,00	1,64	74,50
Varios	0,00	0,19	1,23	75,65
Clutch	0,00	0,16	1,20	76,75
Pines	0,00	0,23	1,11	77,83

Poleas	0,00	0,68	0,61	78,87
Manguera	0,00	0,00	1,26	79,89
Tapas	0,03	0,39	0,84	80,91

Tabla 3 Líneas que representan el 80% de los ingresos por ventas en el año 2018

5.2 Herramientas estadísticas para elaborar los indicadores

Teniendo en cuenta la caracterización realizada a partir del análisis descriptivo, se consideró necesario aplicar herramientas estadísticas que permitieran inferir el comportamiento de la venta de productos y relacionarlos con la construcción de las metas de los indicadores del proceso de ventas de la PYME MARH LTDA.

- a. Análisis de correlación establecer la cobertura del indicador.

Se contempló aplicar el análisis de las correlaciones de las líneas de productos de acuerdo a la cantidad de productos adquiridos de acuerdo a la línea, esto con el fin de obtener la información más relevante del conjunto de datos formado al agrupar la información de los departamentos (filas) y las líneas de productos que generaron mayores ingresos en el 2018 y relacionados en la tabla No. 3 (columna). La base de datos para el análisis de matriz de correlaciones esta en el anexo A.

Analizando la matriz de correlaciones para identificar las líneas de productos que están altamente correlacionadas (valores entre 0,8 y 1) y con mediana correlación (valores entre 0,5 y 0,79) se evidenció que hay una alta correlación entre las líneas de Horquillas, Rodamientos y Tuercas, por lo anterior se podría concluir que hay una intención en los departamentos adquirir estos productos de manera simultánea, de igual manera se evidenció que hay una mediana correlación entre los productos que generan el 20% de los ingresos como son las líneas Retenedores, Transmisión, Soportes, Yokes de Dirección y Splinder.

Por lo anterior la organización podrá enfocar sus estrategias de ventas para buscar nuevos clientes ofreciendo productos como Horquillas, Rodamientos y Tuercas, contando que estos fueron sus puntos fuertes en los ingresos durante el año 2018.

b. Modelo de Regresión Lineal Múltiple

Identificadas las líneas que tienen mayor correlación y que de acuerdo a la Tabla No. 3, estas líneas están compuestas de productos nacionales, importados y de MARH, se identificó la necesidad de generar un modelo de regresión de lineal para poder estimar el ingreso neto con base unas cantidades definidas de productos de acuerdo al origen y así poder establecer la meta sobre los ingresos netos mensuales.

Para este modelo se tomaron los datos de las facturas y se agruparon de manera mensual contabilizando por mes, la cantidad de productos vendidos por origen y el ingreso neto registrado por mes. Esta base de datos puede ser consultada en el anexo B

El modelo fue generado por el programa R-Studio, obteniendo lo siguiente:

Modelo	$Total = \beta_o + \beta_1 Importado + \beta_2 MARH + \beta_3 Nacional + \varepsilon$			
Coefficientes	β_o	β_1	β_2	β_3
(Millones de pesos col)	-4.7959461	0.0071337	0.0043239	0.0120478

R^2	R^2 ajustado	Error típico de la estimación	F-statistic:	p-value:
0.908	0.8736	4.728	26.33 on 3 and 8 DF	0.0001694

Tabla 4 Resumen del modelo de regresión lineal.

De acuerdo a la tabla No, 4, el p-valor obtenido para el estadístico F es menor a un nivel de confianza de 0,05, lo que indica que al menos uno de los predictores introducidos en el modelo está relacionado con la variable respuesta y el modelo es capaz de explicar el 90,8% de la variabilidad observada en el total de la venta neta ($R^2=0.908$)

Para evaluar la bondad de ajuste del modelo se procedió a evaluar la significancia del modelo. La significancia del modelo está dado por la siguiente prueba de hipótesis, donde:

Ho: $B_1 = B_2 = B_3 = 0$

H1: B_1 diferente de B_2 diferente de B_3 diferente de 0

Se rechaza la hipótesis nula cuando el p valor sea menor al nivel de significancia de 5%

<i>Fuente</i>	<i>Suma</i>	<i>Grados</i>	<i>Cuadrados</i>	<i>Fo</i>	<i>Fc</i>	<i>PvalorFo</i>
<i>Variación</i>	<i>Cuadrados</i>	<i>Libertad</i>	<i>Medios</i>			
Regresión	1765.5606	3	588.5202	26.331	4.9646	0.0001
Residual	178.8005	8	22.35005	--	--	--
Total	1944.3611	11	--	--	--	--

Tabla 5 Tabla análisis de varianza ANOVA.

De la tabla No. 5 Tabla análisis de varianza ANOVA se puede observar que el modelo de regresión lineal se ajusta a los valores observados ya que la hipótesis nula fue rechazada dado que el p-valor obtenido fue de 0,004 menor a 0,05

Para verificar el ajuste del modelo se procedió a realizar la proyección de los valores reales comparado con los valores estimados por el modelo, de lo cual se observa que no hay diferencias notorias entre los dos comportamientos.

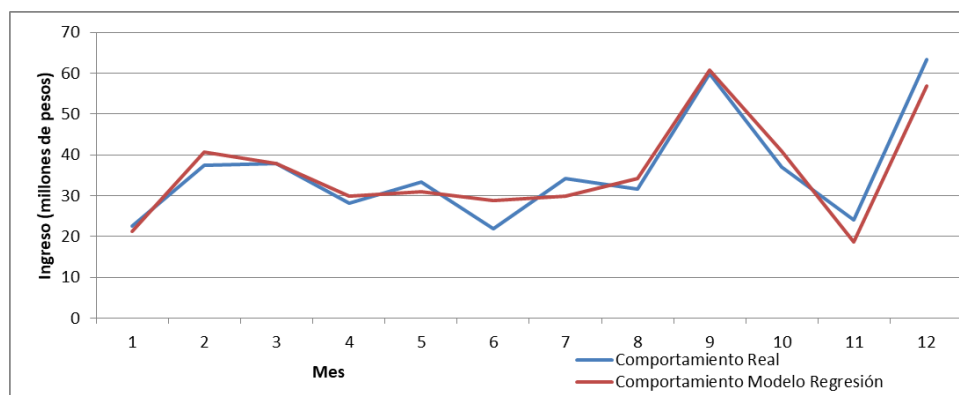


Figura 8 Grafica ingresos reales, ingresos proyectados bajo el modelo

Para realizar la verificación de los supuestos del modelo se emplearon diferentes pruebas donde se buscaba rechazar la hipótesis nula con un nivel de significancia de 5%

<i>Supuesto</i>	<i>Prueba</i>	<i>Resultado p valor</i>	<i>Conclusión</i>
Normalidad de los residuos	Shapiro-Wilk normality test	0.973	Se confirma la distribución normal de los residuos
Variabilidad constante de los residuos	Studentized Breusch-Pagan test	0.7299	No se evidencia falta de homocedasticidad
(homocedasticidad): Autocorrelación	D-W Statistic	0.78	No se evidencia autocorrelación

Tabla 6 Verificación supuestos del modelo

Para verificar la colinealidad, se realizó de Análisis de Inflación de Varianza (VIF), los cuales dieron resultados mayores a 1 y unos cercanos a 2, que indicaría un problema en la linealidad de los predictores.

MARH	Importado	Nacional
1.196424	1.688366	1.935411

Tabla 7 Análisis de Inflación de Varianza (VIF)

Con las pruebas efectuadas anteriormente, se garantiza que el modelo de regresión lineal múltiple generado, puede estimar ingresos netos cuando se establecen cantidades de productos nacionales, importados o de MARH, siempre y cuando las cantidades fijadas estén en el intervalo de los datos empleados para el diseño del modelo.

5.3 Construcción de indicadores

Con las necesidades de MARH LTDA en cuanto al control y mejora del proceso de ventas, se consideró aplicar una herramienta administrativa que se diseña con base a las herramientas estadísticas, los cuales son los indicadores y se lograron establecer los siguientes:

5.3.1 Indicador de cobertura de venta por nuevos departamentos o clientes.

Una vez identificadas las líneas de productos que generaron mayores ingresos en el año 2018 y evidenciando que hacen falta regiones del país en ofertar y vender productos, como es el caso de Antioquia y que puede generar un impacto positivo en los

ingresos de MARH LTDA, se consideró establecer un indicador de intervención, subcategoría impacto, con el fin de medir el efecto en los ingresos, al ofertar, vender y obtener el ingreso de la venta de productos en departamentos no cubiertos por la organización durante el año 2018.

INDICADOR 1			
Nombre	Efecto en el ingreso neto de MARH LTDA por la incursión en ventas en el departamento Antioquia.		
Objetivo	Medir el efecto en los ingresos de MARH LTDA al lograr ventas en el departamento Antioqueño.		
Tipo	Indicador de Intervención/Impacto		
Variables que relaciona	Nueva zona	Ingreso generado por esa nueva zona	Ingreso Neto generado
Método de medición	Medir el efecto sobre el ingreso neto generado durante el segundo semestre del año 2019 y primer semestre del 2020 cuando se efectuaron ventas en el departamento de Antioquia.		
Unidad de medida	Porcentaje		
Periodicidad	El diseño de este indicador es para evaluar el efecto a un largo plazo de la meta propuesta por MARH LTDA de realizar la apertura de la nueva zona, por lo tanto se evaluara en dos periodos de manera semestral (Diciembre 2019, Julio 2020)		
Formula del indicador	$\frac{\text{Ingreso neto de la nueva zona}}{\text{Ingreso neto del semestre evaluado}} * 100$		
Meta	Apertura de ventas en el departamento de Antioquia		

Tabla 8 Ficha técnica del Cubrimiento de nuevos departamentos o clientes

5.3.2 Indicador sobre los ingresos netos mensuales

Identificando por medio del modelo de regresión establecido en el numeral 5.2.1 el valor promedio de los ingresos netos, se consideró con MARH LTDA, establecer un indicador de producto que permita controlar los ingresos en función de las cantidades de productos vendidos.

a. Construcción del Indicador

INDICADOR 2				
Nombre	Ingreso neto mensual sobre valor estimado.			
Objetivo	Controlar el ingreso neto a MARH LTDA, evitando ingresos menores a los establecidos por el límite inferior de especificación.			
Tipo	Indicador de Intervención/Producto			
Variables que relaciona	Cantidad de productos vendidos	Ingreso Neto Mensual		
Método de medición	Se totalizara el ingreso neta mensual y se verificara que no sea menor que el límite de control inferior y se cumpla con el valor estimado.			
Unidad de medida	Porcentaje			
Periodicidad	Mensual			
Formula del indicador	Ingreso neto mensual real/Ingreso Mensual estimado			
Meta	Porcentaje de 70% sobre el valor estimado			
Herramienta de control del indicador				
<p>Se propone realizar el control estadístico del proceso mensual implementando el grafico de control T² de Hotelling en sus dos fases, en función de las cantidades de productos vendidas de acuerdo al origen y que estos se encuentren dentro de los límites de control especificados, cuando se estime un punto por fuera de control se deberá realizar grafico de control por variable de promedios y rangos para verificar que variable causa que el proceso de ventas este por fuera de control. Se considera que cuando los gráficos de variables individuales estén por encima del límite superior de especificación indicara que se mas venden productos y se espera ver reflejado en el ingreso neto.</p> <p>Cuando los gráficos de variables individuales estén por debajo del límite inferior de especificación indicara que se vendieron menos productos y no se esperara el ingreso promedio estimado, por lo anterior se deberán verificar las causas y si es el caso controlarlas.</p> <p>Los límites de especificación de acuerdo a los valores de 1 división de estándar calculada por el modelo serán de:</p>				
	IMPORTADO*	MARH*	NACIONAL*	Ingreso neto
Límite de especificación inferior	100	2500	1500	\$ 24.798.874
Límite de especificación superior	139	5700	2300	\$ 48.551.808
Valor medio	96	4046	1908	\$ 36.367.792
*(Unidades en cantidades)				

Tabla 9 Ingreso neto mensual sobre valor estimado.

6. Conclusiones

1. Se realizó la caracterización del producto con el uso de las herramientas de control estadístico como el diagrama de Pareto y análisis descriptivo de los datos, obteniendo que para la característica del origen del producto, se evidenció que los ingresos y cantidades más representativas por factura emitida estaban dados por la comercialización de los productos fabricados por MARH LTDA, que las líneas de aplicación que son más representativas con respecto al ingreso generado son las líneas de Rodamientos, Horquillas, Tuercas y el departamento que mayor ingreso está generando por la comercialización de los productos es Bogotá D.C..

2. Con la caracterización de los productos, se construyeron y propusieron a la PYME MARH LTDA, dos indicadores para controlar y mejorar el proceso de ventas para la vigencia 2019 y 2020. El primer indicador, de mejora, que busca medir el efecto generado en los ingresos de MARH LTDA al lograr ventas en el departamento de Antioquia, el cual no tiene ninguna venta registrada para el año 2018. El segundo indicador se diseñó para controlar el ingreso neto mensual sobre un valor estimado, añadiendo a que se establecieron los límites de control especificados para las cantidades de productos nacionales, importados y de MARH que deben ser vendidos para mantener el valor medio estimado.

3. Durante el análisis descriptivo se identificó que este estudio puede ser mejorado con un análisis de correspondencias múltiples que permita caracterizar los clientes, los productos respecto al tipo de automotor al que aplican estos (auto grande y auto pequeño) y las zonas del territorio nacional, lo que le permitiría a la industria objeto de estudio analizar tendencias y establecer estrategias de ventas.

4. A la PYME MARH LTDA, se recomendó implementar los indicadores contruidos porque con la información obtenida permitirá tomar decisiones y controlar ingresos respecto al punto más crítico (límite control inferior), de igual manera con el registro de indicadores se podrá recolectar más información para generar comparativos entre años e iniciar a identificar tendencias en la comercialización de autopartes.

7. Referencias Bibliográficas

- Cárdenas Vallejo, E. H., Cardona Madariaga, D. F., González Rodríguez, J. L., & Rivera Lozano, M. (2013). Aplicación de la regresión lineal en un problema de pobreza. *Revista Interacción*, 12, págs. 73-84.
- (DANE), D. A. (2019). *DANE Información para todos*. Recuperado el 22 de 05 de 2019, de https://www.dane.gov.co/files/planificacion/fortalecimiento/cuadernillo/Guia_construccion_interpretacion_indicadores.pdf
- Bedoya, E., Vargas, L., González, H., & Severiche, C. (2017). “Análisis de componentes principales para caracterización estructural de pymes manufactureras de Cartagena de Indias, Colombia”. *Lámpsakos*, 17, 52-59.
- Beltrán, M. (SF). *Indicadores de gestión. Herramientas para lograr la competitividad*. Colombia: 3R Editores.
- British Standards Institution. (2019). *BSI website*. Recuperado el 22 de 05 de 2019, de https://www.bsigroup.com/LocalFiles/es-MX/TS%2016949/ISO_TS16949.pdf
- Castañeda Bejarano, E. M., & Roa Areválo, M. Y. (2018). Análisis del sector de autopartes en Colombia con la implementación de libre comercio. Bogotá D.C., Colombia.
- Congreso de la República de Colombia. (2004). *Ley 905 de 2004*. Bogotá D.C.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES. (SF).

“GESTIÓN DE LA CALIDAD, LA SEGURIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE” (4º ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL). Recuperado el 25 de 05 de 2019, de Grupo de Ingeniera de Organización :

<http://gio.uvigo.es/asignaturas/gestioncalidad/GCal0405.DiagramaPareto.pdf>

Hossain, M. (2019). *Academia*. Recuperado el 22 de 05 de 2019, de

https://www.academia.edu/2457002/DEVELOPMENT_OF_STATISTICAL_QUALITY_CONTROL_EVOLUTION_OR_REVOLUTION

Moncayo, C. (2019). *Instituto Nacional de Contadores Públicos Colombia*. Recuperado el

22 de 05 de 2019, de [https://www.incp.org.co/las-pymes-la-verdadera-](https://www.incp.org.co/las-pymes-la-verdadera-locomotora-economica-colombiana/)

[locomotora-economica-colombiana/](https://www.incp.org.co/las-pymes-la-verdadera-locomotora-economica-colombiana/)

Montgomery, D. (2013). *Introduction to Statical Quality Control*. Estados Unidos de America: Wiley.

OSPINA HINCAPIE, C., YAÑEZ CANAL, S., & LOPERA GÓMEZ, C. (2010).

ALGUNAS CARTAS DE CONTROL BIVARIADAS PARA ATRIBUTOS. *Dyna*, 325-337.

Restrepo Tamayo, L. (2013). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el 30 de

05 de 2019, de Repositorio Univerisdad Nacional de Colombia:

<http://bdigital.unal.edu.co/10557/1/1037572595.2013.pdf>

Ruiz Barzola , O. H. (2013). Gráficos de control de calidad multivariante con dimensión variable. Valencia, España.

Salazar, H. D., & Urrutia Mosquera, J. A. (2011). *Researchgate*. Recuperado el 25 de 05 de 2019, de <https://www.researchgate.net/publication/237041228>

Anexo A

Departamento	RODAMIENTO	HORQUILLA	TUERCAS	RETENEDORES	TRANSMISION	SOPORTE	YOKE	SPLINDER	BUJE	VARILLAS	VIARIOS	CLUTCH	PINES	POLEAS	MANGUERA	TAPAS
Atlántico	40	288	143	10	156	25	31	15	66	3	4	12	136	37	11	2
Bogotá D.C.	32314	1159	1680	547	192	49	80	17	60	105	340	22	1289	0	30	166
Bolívar	268	5	40	30	0	10	4	5	50	77	0	17	228	0	0	4
Caldas	90	0	11	5	43	27	16	1	0	7	17	15	151	0	7	35
Cauca	96	0	100	81	26	25	31	9	131	4	0	11	28	6	0	14
Casanare	315	19	119	247	122	31	12	0	48	25	9	36	160	8	8	27
Cauca	2	0	34	0	4	1	0	0	24	15	0	4	12	0	0	8
Cesar	1	39	54	22	0	0	11	0	36	0	0	64	28	4	6	0
Córdoba	14	78	126	84	52	2	5	0	10	46	4	10	149	21	8	18
Cundinamarca	1175	5	162	84	99	51	12	3	23	10	4	18	98	14	21	32
Guajira	18	66	133	46	79	2	16	2	94	0	4	0	190	3	60	10
Huila	240	133	194	253	241	48	121	19	191	17	53	109	786	49	78	86
Magdalena	32	0	2	0	6	2	4	0	12	0	0	0	12	0	0	0
Meta	46	0	47	288	70	35	2	2	52	5	11	4	50	14	10	0
Nariño	174	51	68	77	71	4	4	0	28	2	9	113	140	3	2	9
Norte de Santander	418	184	101	352	225	38	77	1	232	0	27	156	77	0	4	36
Pasto	198	421	81	76	159	19	37	0	0	20	4	30	30	10	4	9
Quindío	96	8	66	10	4	3	40	2	0	6	4	9	30	4	0	13
Risaralda	0	4	0	0	41	0	0	0	0	0	5	8	0	0	0	0
Santander	361	45	123	186	140	22	26	4	24	66	12	60	89	4	20	36
Tolima	64	0	72	122	76	21	2	0	117	38	20	14	70	26	4	27
Valle del Cauca	220	86	227	563	330	59	70	16	138	30	41	38	456	19	6	175

Tabla 10 Información cantidad de productos vendidos por línea y departamento

Anexo B

MES	IMPORTADO*	MARH*	NACIONAL*	TOTAL**
1	0	3207	1018	\$ 22.456.220
2	0	4212	2262	\$ 37.422.550
3	0	4368	1975	\$ 37.780.600
4	0	4918	1117	\$ 28.127.350
5	0	3007	1890	\$ 33.309.360
6	0	3433	1557	\$ 21.793.000
7	0	4617	1229	\$ 34.180.850
8	0	3788	1870	\$ 31.594.138
9	139	7407	2704	\$ 38.054.670
10	135	2700	2750	\$ 37.105.124
11	66	1108	1512	\$ 23.956.859
12	45	5791	3006	\$ 63.230.964

*Unidades en cantidad de producto ** Ingreso en pesos colombianos

Tabla 11. Cantidad de productos de acuerdo al origen y valor den ingreso total por mes durante el 2018, tabla usada para el modelo de regresión